

Jani Autio

**NORDIC ALUMINIUM OYJ:N KOKOONPANON LAYOUT-
SUUNNITELMA**

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tammikuu 2009

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikan toimipiste, Ylivieska	Aika 27.1.2009	Tekijä/tekijät Jani Autio
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Layout-suunnitelma Nordic Aluminium OYJ:n kokoonpanolle		
Työn ohjaaja Lehtori Heikki Salmela		Sivumäärä 31
Työelämäohjaaja Production Manager Juha Saranpää		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Nordic aluminium oyj:n kokoonpanolle uusi layout. Tavoitteena oli saada yhdistettyä kaksi eri kokoonpanoa yhteen paikkaan ja saada aikaa toimiva layout.</p> <p>Työn toteutus aloitettiin selvittämällä lähtötilanne ja mahdolliset ongelmat, vanhaa layoutia ja työntekijöiden haastatteluja hyväksi käyttäen.</p> <p>Työn tuloksena saatiin layout-piirustus. Työn tuloksia voidaan hyödyntää yhdistäessä nämä kaksi kokoonpano pistettä.</p>		
Asiasanat layout, layout-suunnittelu, materiaalivirta		

ABSTRACT

Central ostrobothnia polytechnic Technology, Ylivieska	Date 27.1.2009	Author Jani Autio
Degree program Polytechnic degree Programme in		
Name of thesis Layout Design for Nordic Aluminium OYJ assembly line		
Supervisor Lehtori Heikki Salmela		Pages 31
Instructor Production Manager Juha Saranpää		
<p>The purpose of this thesis was to draw up a new layout for Nordic aluminiums assembly line. The aim was to design a working layout design in which separated assembly lines would be combined.</p> <p>The research was begun researching initial condition and possible problems. Old layout and interviews with employees were a big asset.</p> <p>The result of this thesis was a new layout plan. Work results can be utilized to combine these two assembly lines.</p>		
Keywords layout, layout design, flow of material		

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Nordic Aluminium Oyj:lle joka sijaitsee Nivalassa. Nordic Aluminium Oyj valmistaa kosketinkiskoja, alumiinisia kaapelitietuotteita sekä pitkälle jalostettuja alumiinikomponentteja ja profiileja.

Kiitän yhteistyöstä työn ohjaajaa Production Manager Juha Saranpää sekä yrityksen henkilökuntaa. Lisäksi esitän kiitokseni opinnäytetyön valvojalle lehtori Heikki Salmelalle.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ESIPUHE
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Nordic aluminium	1
1.2 Tavoite	1
2 NYKYTILANTEEN KARTOITUS	3
2.1 Alakerran kokoonpanopiste	3
2.2 Yläkerran kokoonpanopiste	5
2.3 Alkuperäinen layout	7
3 ONGELMAN ESITTELY	9
4 TOTEUTUS	10
4.1 Suunnittelun menetelmät	10
4.2 Layout tyypit	11
4.2.1 Tuotantolinja layout	11
4.2.2 Funktionaalinen layout	12
4.2.3 Solulayout	13
4.2.4 Tuotetehtaat ja verstaat	15
4.3 Layoutin valinta ja suunnittelu	16
4.3.1 Layout tyyppin valinnan teoria	16
4.3.2 Ryhmäteknologia	17
4.3.3 Layoutsuunnittelu	17
4.3.4 Simulointi	18
4.4 KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	19
4.4.1 Ensimmäinen layout-malli	20
4.4.2 Toinen layout-malli	23
5 LAYOUTIN VALINTA	25
5.1 Mallien yhtäläisyyksiä	25
5.2 Mallin numero 1 pohdintaa	26
5.3 Mallin numero 2 pohdintaa	26
5.4 Lopullinen valinta ja perusteet	27
6 TUTKIMUKSEN TULOKSET	29
7 YHTEENVETO	31

LÄHTEET
LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Nordic aluminium OYJ

Nordic Aluminium on keskittynyt suunnittelemaan, valmistamaan, markkinoimaan ja toimittamaan vaativia alumiinituotteita ja komponentteja sähkötekniselle teollisuudelle. Asiakkaina voivat olla esimerkiksi konepaja-, kuljetusväline-, telakka-, rakennus- ja tietoliikenneteollisuus sekä rakennus- ja sähköurakoitsijat. Nordic Aluminium on Euroopan johtava kosketinkiskoalvalmistaja sekä kotimaan markkinajohtaja kaikilla päätuotealueillaan.

1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli siirtää yrityksen kaksi kokoonpanopistettä samaan tilaan ja luoda tähän sopiva layout-suunnitelma. Tavoitteena oli luoda mahdollisimman toimiva kokonaisuus jossa otetaan huomioon työtilan riittävyys, materiaallivirran sujuva kulku ja tehokas tilankäyttö.

Työtilan riittävydessä ongelmia asetti kahden kokoonpanopisteen yhteen tuominen ja niiden vaatima tilantarve. Tavoitteena oli suunnitella layout jossa kaikilla työpisteillä olisi tarpeeksi työskentelytilaa ja mahdollisimman hyvä materiaalivirta.

Materiaalivirran sujuvassa kulussa aiheutti ongelmia rajallinen tilankäyttö. Tavoitteena oli luoda layout jossa olisi riittävät tilat trukin ja pumppukärryn käytölle sekä selvät paikat lähtevälle ja tulevalle tavaralle.

Tehokkaan tilankäytön tavoitteena oli saada yhdistettyä kaksi eri kokoonpanopistettä yhteen paikkaan toimivana kokonaisuutena. Tarkoituksena että kaikki mahdolliset koneet, henkilöstö ja välikvarastot saataisiin sellaisille paikoille että niiden olisi mahdollisimman helppo toimia.

Tämä työ on tehty Nivalan tuotantolaitokselle.

2 NYKYTILANTEEN KARTOITUS

Lähtökohtana työssä oli yhdistää kaksi eri kokoonpanopistettä, jotta kokoonpanoa olisi helpompi seurata ja pisteiden yhteistyö olisi helpompaa.

Toinen työpiste sijaitsi rakennuksen toisessa kerroksessa ja toinen alakerrassa, johon kumpikin työpiste oli tarkoitus siirtää. Työpisteiden siirtäminen alakertaan nähtiin parempana vaihtoehtona koska se sijaitsee lähempänä pakkaamoa sekä siellä olisi enemmän tilaa. Yläkerran työpisteessä työtä hankaloitti myös hissien käyttö, jolla kaikki työkappaleet vietiin paikalle.

2.1 Alakerran kokoonpanopiste

Alakerran kokoonpanopisteen kartoitus aloitettiin selvittämällä koneiden vaatimilla työtilavaatimuksilla. Käytöstä poistuvia koneita pisteeltä löytyi pari kappaletta, nämä koneet täytyisi poistaa layout-suunnitelmasta ensimmäisenä.

Trukkien lataus-asema sijaitsi alakerran kokoonpanopisteen laidassa ja näin viiden paljon tilaa työtilasta.

Kokoonpanopisteellä piti löytää vielä paikka uudelle testaus-asemalle, joka tulisi käyttöön uuden layoutin myötä. (KUVIO 1)



(Kuvio 1) Uusi testaus-asema

Alakerran kokoonpanon kalustoon kuuluu erikokoisia pöytiä kooltaan 1.5mx2m, 2.5mx1.5m, oviprofiilien kasauspöytä kooltaan 2.5mx2m joka on kaksipuolinen eli kummallakin puolella pöytää tapahtuu kasausta(KUVIO 2), pientavaran kasauspöytä kooltaan 2mx4m joka on myös kaksipuolinen, jigi ja jäystepöytiä 2 kappaletta kooltaan 1mx1m, testiallas ja kokoonpanopöytä yhdistelmä kooltaan 1mx8m, ovitavara hylly 1.5mx5m, pientarvikehylly 0.5mx3m, seinässä kiinni oleva nosturi jonka ulottuvuus 6m jonka alla työpöytä 0.75mx1.8m, Pem-kone 1mx1m ja vasta valmistunut oviprofiilien kasauskone kooltaan 1mx2m. Lisäksi alakerrasta löytyy useita kontteja ja eurolavoja lähtevälle ja tulevalle tavaralle. Kontit ja lavat ovat ko-koa 1.2mx0.8m.



(Kuvio 2) Oviprofiilien kasauspöytä

Alakerran työpisteillä suoritetaan erilaisia kokoonpanotehtäviä esimerkiksi oviprofiilien kokoonpanoa, pienempien ja isompien jäähdytyslementtien kasausta ja jäysteentoisto, pienkomponenttien kasausta, paine- ja vedenpitävyydestausta eri kappaleille.

2.2 Yläkerran kokoonpanopiste

Yläkerran työpisteeltä alakertaan siirtyviin tavaroihin kuului pöytiä, lähtevän- ja tulevan-tavaran kontteja, kokoonpanopöytiä, kokoonpanotelineitä ja testauslaitteita.

Työpisteitä siirrettäessä tulisi ottaa huomioon että kaikki työpisteet yläkerrassa tulisivat tarvitsemaan paine-ilmapistettä työkaluilleen. Huomioon täytyisi ottaa myös se että työpisteitä ei saisi sijoittaa liian lähelle toisiaan riittävän työskentelytilan saavuttamiseksi.

Yläkerran kokoonpanon kalustoon kuuluu viisi pöytää kooltaan 1mx2m (KUVIO 3), liimauskaruselli kooltaan 1.5mx1.5m, jäystelaatikko kooltaan 1.5mx1m ja jokaisen työpisteen taakse lähtevän ja tulevan tavarankontti kooltaan 1.2mx0.8m. Lisäksi Testaus kalustoon kuuluu viisi testausasemaa kooltaan 1mx1.5m, 2 kappaletta pöytiä kooltaan 1mx2m ja testilaitte kooltaan 1.5mx1.5m.



(Kuvio 3) Yläkerran jäysteenpoisto ja kokoonpano pöytä

Molemmilta kokoonpanopisteiltä puuttui selvät lähtevän ja tulevan tavarankonttien sijoituspaikat, tämä aiheutti turhaa tilankäyttöä joka taas söi tilaa työpisteiltä ja trukkiliententeeltä.

Tämän hetkisellemme layoutille ei ollut piirustuksia joka osaltaan aiheutti sekaannusta tavaroiden ja koneiden sijoittelussa. Vanhemman layoutin pohjalta käytössä olivat enää isojen koneiden sijoituspaikat, jotka nyt tulisivat poistumaan käytöstä ja työpisteeltä.

Yläkerran työpisteellä työtehtäviin kuuluu erilaisia kokoonpanotehtäviä ja jäysteenoistoaa, paineen ja vedenpitävyydestausta kappaleille ja erilaisia liimaus - ja jäysteenoisto töitä.

2.3 Alkuperäinen layout-malli

Alkuperäinen layout-malli ei pitänyt paikkaansa nykyisten koneiden ja työpisteiden suhteen. Yläkerran kokoonpanopisteelle ei ollut olemassa layout-mallia. Alkuperäinen layout malli piti enää paikkansa koskien oviprofiilien kasausta ja joidenkin koneiden sijoittelua. (KUVIO 4)



KUVIO 4. Alkuperäinen layout malli

3 ONGELMAN ESITTELY

Uuden layoutin tarve johtui tulevista uusista tilajärjestelyistä. Kahden eri kokoonpanon sijoittaminen samaan tilaan tulisi olemaan tilankäytön kannalta suuri haaste. Toimivien materiaalivirtojen suunnittelu ja riittävien työtilojen kehittäminen paikalle jossa jo valmiiksi sijaitsi toinen kokoonpano tulisi olemaan vaikeaa. Aikaisemmat järjestelyt eivät toimineet pitkien välimatkojen ja kokoonpanon valvonnan vaikeuden takia.

Molempien työpisteiden ongelmana oli epäselvät materiaalien sijoituspaikat. Lähtevälle ja tulevalle tavaralle ei ollut selviä paikkoja jolloin työpisteet tukkeutuivat väärin sijoitetuista tavaroista.

Tavaran liikuttelun heikkoutta pidettiin myös ongelmana. Yläkerran työpisteelle kappaleet piti ensin kuljettaa trukilla hissiin ja hissistä pumppukärryllä työpisteelle. Alakerrassa epäselvästä tavaran sijoittelusta johtuen trukkien ja pumppukärryjen käyttö oli hankalaa.

Vanha layout ei pitänyt enää paikkaansa alakerran osalta, lukuunottamatta isojen koneiden sijoittelua. Yläkerran työpisteestä ei ollut olemassa layoutia.

4 TOTEUTUS

4.1 Suunnittelu menetelmät

Poimin tämän työnkannalta tärkeitä hyvän layoutin perusteita kirjasta Teollisuustalous Matti J. Haverila ja kumppanit:

- materiaalivirtojen selkeys
- layoutin helppo ja joustava muutettavuus
- pieni materiaalin siirtotarve
- lyhyet kuljetusmatkat
- erityisosaamista vaativa valmistus samassa paikassa
- materiaalien vastaanoton ja jakelun helppous
- eri valmistusvaiheiden erityistarpeiden huomioon ottaminen
- kommunikaation helppous työpisteiden välillä
- kaikki tila on käytetty tehokkaasti
- työturvallisuus ja tyytyväisyys. (haverila ym. 2005, 482.)

Layout termillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmän osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 475)

Tilan logistiseen toimivuuteen ja investointi- ja käyttökustannuksiin vaikuttaa suuresti tilasuunnittelu. Vaikuttavia tekijöitä tilasuunnittelussa ovat laajennusmahdollisuudet, joustavuus, monikäyttöisyys, työn sujuvuus, materiaalikäsittelyn sujuvuus, tilan käyttö, turvallisuus ja järjestyksenpidon helppous, työolosuhteet, valvonnan helppous, ulkonäkö, sopivuus organisaatorakenteeseen, kaluston käytettävyys, kapasiteettitarpeen mukaisuus, investoinnin pääomatarve, takaisinmaksu, säästöt, kannattavuus ja jäännösarvo. (Karrus 2001, 141.)

Esteettiset tavoitteet voivat vaikuttaa tärkeiltä mutta mallin funktionaalisuutta pitäisi pitää keskeisimpänä suunnittelukriteerinä. Tilasuunnittelun tavoitteita ovat kalusto- ja laiteinvestointien minimointi, tuotannon läpimenoajan minimointi, tilan maksimi-

maalinen hyötykäyttö, työntekijöiden viihtyvyys ja turvallisuus, tilojen ja toimintojen uudelleen järjestettävyys, materiaalien käsittelykustannusten minimointi, materiaalikäsittelylaitteiston standardointi ja tuotantoprosessin tukeminen. (Karrus 2001, 142.)

Tilasuunnittelu vaikuttaa prosessisuunnittelun kautta myös tuotteiden suunnitteluun ja ajoitukseen. Tilasuunnittelussa pyritään vähentämään tai poistamaan kokonaan välivarastoja, pitkiä siirtoetäisyyksiä ja mutkittelevaa materiaalinkulkua, nämä aiheuttavat viiveitä ja pyrkivät kasvattamaan komponenttien ja välivalmistaiden puskurivarastoja. (Karrus 2001, 142.)

4.2 Layout-tyypit

Yleisesti layouteissa tehtyjen sijoittelujen mukaan layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solulayout. Tuotannossa saatetaan usein käyttää montaa eri layout-suunnitelmaa rinnakkain samassa tuotantotilassa. (Haverila 2005, 475)

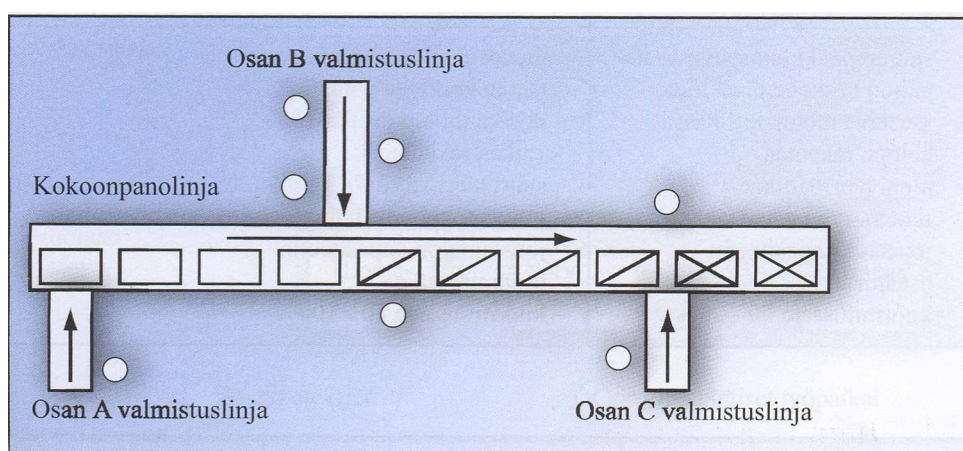
4.2.1 Tuotantolinja layout

Tuotantolinja on erikoistunut tekemään vain yhtä tuotetta, linjan työskentely on automatisoitua ja tehokasta. Tuotantolinjassa koneet on aseteltu työnkulun mukaiseen järjestykseen jonka johdosta linjassa on mahdollista käyttää mekaanisia kuljettimia (KUVIO 5). (Haverila 2005, 475)

Edellytyksenä tuotantolinjan kannattavuudelle on suuri volyymi ja korkea kuormitusaste. Tuotantolinjan rakennuskustannukset ovat suuret. Suurten valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikkö hinta jää kumminkin alhaiseksi, joka tekee mallista kannattavan. Tuotantolinja ei siedä häiriöitä, koska kaikki häiriöt vaikeuttavat koko linjan tuotantoa. Tuotantolinjalla kannattaa ajaa suuria sarjoja, koska asetusajat uusille tuotteille ovat pitkät ja tästä syystä myös kustannukset tulevat suuriksi. Laa-

dunvalvonta on erittäin tärkeää koska linja valmistaa tehokkaasti myös viallisia tuotteita, joka aiheuttaa suuria kustannuksia. Kapasiteettia on vaikea kasvattaa linjan rakentamisen jälkeen. Linjan tuotannonohjaus on helppoa johtuen selkeästä työnkulusta, tuotantolinjaa ohjataan yhtenä kokonaisuutena. (Haverila 2005, 476)

Tuotantolinja mallia ei voitaisi hyödyntää tässä työssä. Työpisteillä valmistetaan monia eri tuotteita ja tuotantolinja malli on erikoistunut yhden tuotteen valmistamiseen. Mallia olisi mahdoton käyttää vaikka valmistettaisiin vain yhtä tuotetta, koska työstökoneet sijaitsivat eri tilassa.



KUVIO 5 Tuotantolinja-layout (Haverila 2005, 476)

4.2.2 Funktionaalinen layout

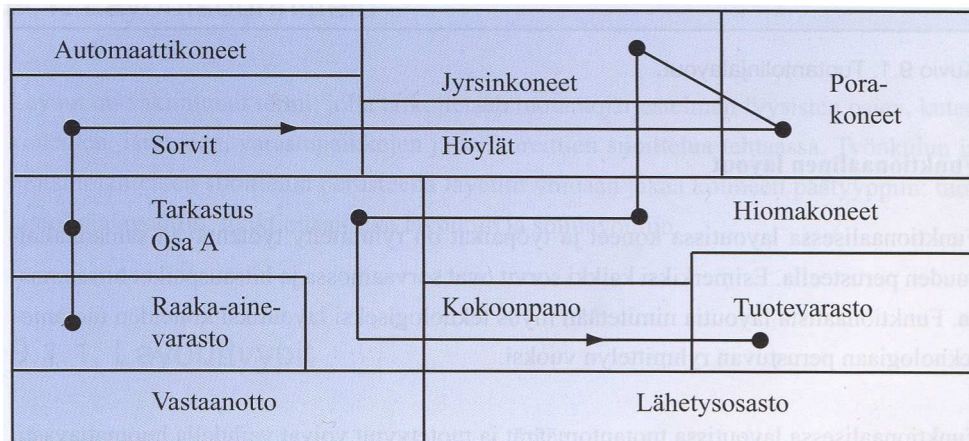
Funktionaalisessa layoutissa järjestelyperusteena käytetään työtehtävien samankaltaisuuksia (KUVIO 6). Esimerkiksi sorveille perustetaan sorvaamo ja hitsaamoon sijoitetaan hitsaustyöt. Layout-mallia voidaan kutsua myös nimellä teknologinen layout, tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Haverila 2005, 476)

Tuotantomäärät ja tuotetyypit saattavat vaihdella huomattavasti funktionaalisessa layoutissa. Tavallisesti koneet ja laitteet ovat yleiskoneita joilla voidaan valmistaa erilaisia tuotteita. Tuotteita valmistetaan sarjoissa tai yksittäiskappaleina. Automaation käyttö materiaalinkäsittelyssä on rajoitettua johtuen toisistaan poikkeavis-

ta työkuiluista. Tuotannon ohjauksen perusta on eri koneille jonottavien töiden järjestelyssä. Hankaluuksia tuottaa töiden ohjaus oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen. Työjonon kasvu pidentää tuotannon läpivientiaikaa ja lisää keskeneräinen tuotannon määrä. Materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset ovat suuret, joutuksen työpisteiden suurista etäisyyksistä. Välivarastojen ja työpisteiden suurten etäisyyksien vuoksi laadunhallinta on hankalaa. (Haverila 2005, 475)

Funktionaalinen layout on helppo ja halpa ratkaisu verrattuna tuotantolinjaan. Kapasiteetin kasvattaminen ja erilaisten tuotteiden valmistaminen on joustavaa. Funktionaalisisessa layoutissa tuottavuus on heikompaa kuin tuotantolinjassa, kuormitusasteet jäävät keskimäärin mataliksi. (Haverila 2005, 475-476)

Tällä hetkellä tehtaalla toiminta on lähimpänä funktionaalista mallia. Melkein kaikki tilat on järjestetty siten että samanlaiset koneet ovat samassa tilassa. Kokoonpanossa valmistetaan eri tuotteita jolloin funktionaalinen malli on parhaimmillaan.



KUVIO 6. Funktionaalinen layout (Haverila 2005, 477)

4.2.3 Solulayout

Solu on organisatorisesti oma yksikkönsä ja toimii itsenäisesti (KUVIO 7). Tavallisesti solussa on enemmän koneita ja työpaikkoja kuin työntekijöitä. Työntekijät siirtyvät joustavasti tehtävästä toiseen solun sisällä, kuormituksen tasaamiseksi.

Solussa on normaalisti ns. ohjaava vaihe tai kone jonka mukaan solu kuormittuu. (Pekka Kauppinen, Ismo Kivistö, Oiva Strömberg 1985, 18.)

Solulayout muodostaa eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tietyn osan valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solulayoutia voidaan pitää eräänlaisena välimuotona funktionaaliselle layoutille ja tuotantolinjalle. (Haverila 2005, 477)

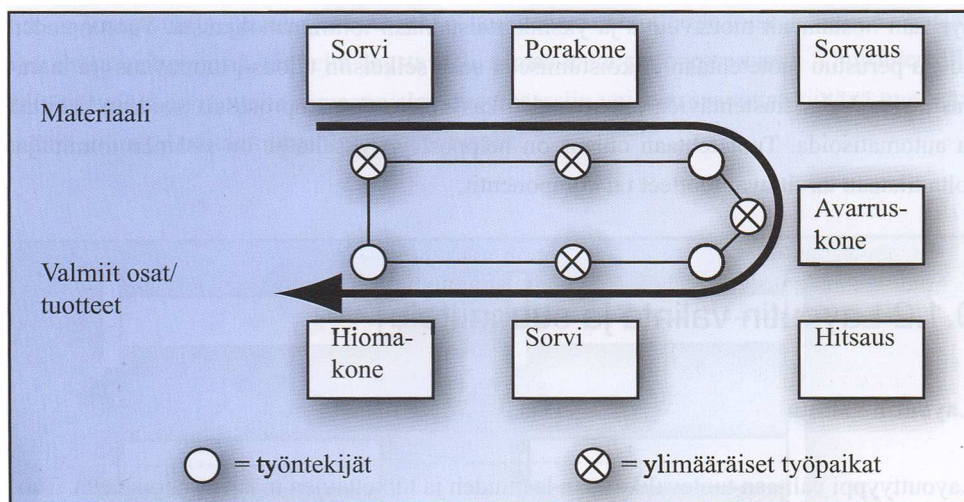
Solujen läpivientiajat ovat huomattavasti lyhyemmät verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Materiaalivirta on selkeä ja välivarastoja ei ole. Solu pystyy valmistamaan sille suunniteltuja tuotteita joustavasti. Asetusajat tuotteen vaihtuessa ovat lyhyet. Solu joustaa paremmin kuin tuotantolinja ja on tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Haverila 2005, 477–478)

Tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella suuresti. Tuotteita valmistetaan pienissä sarjoissa tai yksittäiskappaleina. Tuotannon ohjaus on helppoa, koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen. (Haverila 2005, 478)

Laadunvalvonta on helppoa, koska valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella. Virheiden löytäminen ja korjaaminen on helppoa. Koneiden ja laitteiden kuormitus voi vaihdella huomattavasti keskenään, keskimääräisesti ne jäävät matalammiksi kuin tuotantolinjalla. Solulayout on herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman suurille muutoksille kuin funktionaalinen layout. (Haverila 2005, 478)

Soluvalmistus lisää työntekijöiden motivaatiota ja tuottavuutta. Solun ryhmä vastaa itse tehtävien suunnittelusta ja suorittamisesta. Työntekijät voivat itse vaikuttaa työnjakoon ja työtehtävien kierrättämiseen. (Haverila 2005, 478)

Solulayoutin käyttöön otossa olisi sama vaikeus kuin tuotantotehdasmallissa. Työstökoneita olisi mahdotonta siirtää tehtaassa.



KUVIO 7. Solulayout (Haverila 2005, 478)

4.2.4 Tuotetehtaat ja verstaat

Suurten tuotantolaitosten toimintaa voidaan jakaa pieniin erikoisyksiköihin, kuten tuotetehtaisiin tai verstaaisiin. Käsitettä verstaas ja verstaatus on aiemmin käytetty kuvaamaan tuotannon jakamista pieniin itsenäisiin yksikköihin. Nykyisin käytössä on termi tuotetehdas, varsinkin jos kyseessä on suurempi sisäinen toimittaja. (Haverila 2005, 478)

Tuotetehdas vastaa oman tuotteen tai osan valmistuksesta ja on täten itsenäinen organisaatioyksikkö. Tuotanto tapahtuu tuotteen tai valmistusteknologian mukaan. Tuotetehtaalla on usein oma johto jonka vastuulla on tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Tuotantotehtaassa työskentelee noin 30 – 100 henkeä. Tuotantotehtailla pyritään tuotteiden tuottavuuden nostoon ja yksinkertaiseen toiminnanohjaukseen. Tuotantotehtaan tuottavuuden nousu johtuu sen erikoistumiseen sekä selkeisiin talous-, tuottavuus- ja laatuvaatuksiin. Tuotannon kehittäminen ja automatisointi tulee kyseeseen valmistustehtävien toistuvuuden kasvaessa. Tuotetehdas on yritykselle sisäinen toimittaja jolta tilataan tarvittavat tuotteet ja täten ohjaus on helppoa. (Haverila 2005, 479)

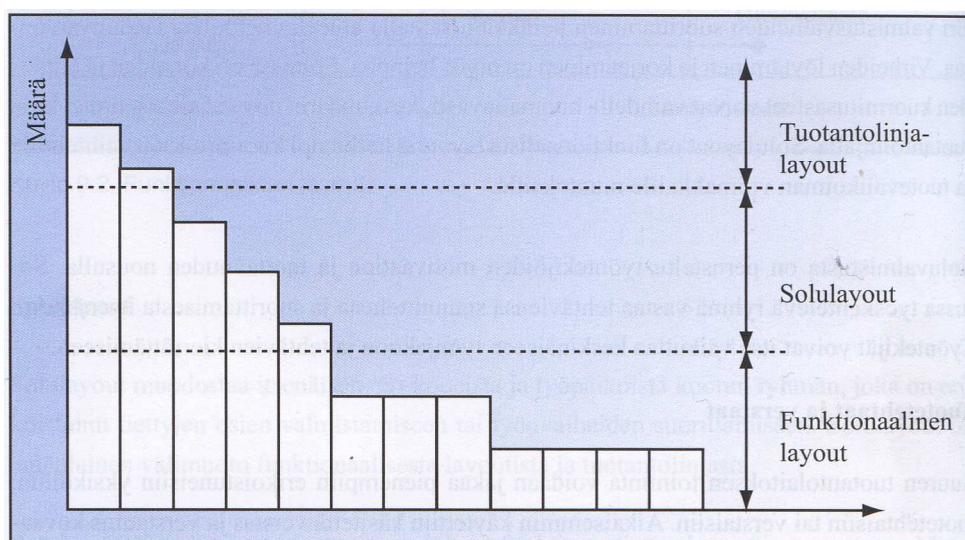
Tuotetehdas olisi liian kallis ja vaikea keino lähteä ratkaisemaan ongelmaa.

4.3 Layoutin valinta ja suunnittelu

Layouttien valintaan ja suunnitteluun löysin apua kirjasta Matti J. Haverilan ja kumppaneiden kirjasta Teollisuustalous.

4.3.1 Layout tyyppien valinnan teoria

Layouttyypin valintaan vaikuttaa tuotevalikoiman laajuus ja tuotettavan tavarantoiminnan määrä (KUVIO 8). Tuotettaessa suuria määriä samantyyppisiä tuotteita sovelletaan yleensä tuotantolinjalayoutia. Tuotantomäärien ollessa pieniä mutta tuotetyyppien määrän ollessa suuri, funktionaalinen layout on paras vaihtoehto. Valmistettaessa eri tuotteita toistuvasti, mutta niin vähissä määrin että omaa tuotantolinjaa ei kannata perustaa, solulayout on vaihtoehtoisista paras. Solu valmistaa tuotantolinjaa joustavammin erityyppisiä tuotteita. (Haverila 2005, 479)



(Kuvio 8.) Tuote-määrä –analyysi.

Tehtaan layout voi muodostua eri layouttyypeistä. Tuotteita voidaan esimerkiksi tuotteet kokoonpannaan linjassa ja osat tulevat funktionaalisesta tai solulayoutista. Funktionaalisessa konepajassa voidaan valmistus järjestää soluiksi. Tuotantoau-

tomaatio on lisännyt valmistuksen joustavuutta. Tuotteesta toiseen vaihdettaessa asetusajat ovat lyhyet, tällöin voidaan valmistaa erityyppisiä tuotteita samassa tuotantoprosessissa joustavasti. Yhdistämällä riittävästi eri tuotteita samaan valmistusprosessiin saavutetaan riittävä tuotantomäärä soluun tai tuotantolinjaan. (Haverila 2005, 479)

Edellä mainituista asioista sain poimittua hyviä vihjeitä suunnittelutyöhöni. Huomasin myös että tehtaassa oli monta eri layout tyyppiä käytössä. Suunnittelu on paljon helpompaa kun ei sitoudu yhteen malliin vaan lähtee rohkeasti yhdistelemään kaikkia malleja.

4.3.2 Ryhmäteknologia

Eri tuotteiden valmistuksen samankaltaisuuksien hyväksikäyttämistä tuotantoprosessin suunnittelussa, kutsutaan ryhmäteknologiaksi. (Haverila 2005, 480)

Ryhmäteknologiaa käytettäessä tutkitaan osien tai tuotteiden valmistusmenetelmiä ja –vaiheita ja pyritään tekemään ryhmiä, joita voidaan valmistaa samoilla resursseilla. Tarkoituksena on saavuttaa tarvittavat valmistumäärä kyseisen osaperheen solu- tai linjat tuotannon aloittamiseksi. Erilaisia koodausmenetelmiä on kehitetty osaperheiden muodostamiseksi. Koodi kertoo tuotteen geometrian ja valmistusvaiheet. Sen perusteella kerätään kappaleet, joilla on sama muoto tai työnkulku. Osien ja niiden geometrioiden standardoinnissa voidaan käyttää koodausmenetelmää. Koodaus on erittäin työläs ja resursseja vaativa prosessi. Työvaihekaavioiden avulla voidaan etsiä tuoteperheitä ilman monimutkaista koodausta. (Haverila 2005, 480)

4.3.3 Layoutsuunnittelu

Layout suunnittelu on vaativa ja monimutkainen prosessi, johon vaikuttaa suuri määrä eri tekijöitä. Layoutista tulee aina kompromissi, koska kaikkien tekijöiden suhteen ei yleensä löydy optimaalista ratkaisua. (Haverila 2005, 480-481)

Layoutsuunnittelun peruslähtökohtia ovat:

- tuotteiden rakennetiedoista selviää käytettävät puolivalmisteet, komponentit ja raaka-aineet.
- työvaiheistuksesta selviää tuotteen työnvaiheet ja järjestys
- tuotantomäärien perusteella tehty tuotantokoneisto ja tuotantomuodon ja – tekniikan määrittäminen
- tuotannon aikajänteestä selviää, kuinka pitkään tuleva layout tulee säilymään samana. Aikajänteen pituus vaikuttaa investointeihin.
- Tukitoiminnot kertovat, millaisia tukevia toimintoja valmistus vaatii. Tukitoiminnoiksi listataan esimerkiksi sosiaalililat, työkaluhuolto, jätteiden käsittely ja paineilmankehitylaitteisto. (Haverila 2005, 481)

Peruslähtökohtien miettiminen layoutia suunnitellessa auttaa tekemään toimivia ratkaisuja. Aivan suunnittelun aluksi tärkeintä on kirjoittaa kaikki mahdolliset ongelmat ja vaatimukset ylös. Kaikkia kirjattuja ongelmia ei pysty ratkaisemaan, tällöin täytyy tyytyä kompromisseihin. Lista kannattaa kirjoittaa tärkeysjärjestyksessä. Ratkaiseminen on hyvä aloittaa vaikeimmista tai vaativimmasta ongelmasta. Yhtäläisyyksien etsiminen on myös hyödyksi, tällöin voi mahdollisesti ratkaista kaksi ongelmaa yhdellä kertaa.

4.3.4 Simulointi

Simuloinnilla tutkitaan ilmiön mallintamista matemaattisesti. Mallin avulla voidaan analysoida systeemin toimintaa ja kokeilla eri parametrien vaikutusta suorituskyyneen. Simuloinnilla voidaan selvittää millä tavalla uuden tehtaan toteutustapa ja teknologiavalinnat vaikuttavat tehtaan suorituskyyneen. (Haverila 2005, 486)

Simulointia käytetään tutkittavan kohteen ollessa niin laaja tai vaikea, että siitä ei voi laatia analyttistä yhtälöä. Tehdasympäristöön liittyy satunnaistapahtumia ja eri tapahtumien välisiä syy-seurasuhteita jotka ovat monimutkaisia. Simulointi on

useasti ainoa tapa tutkia systeemin toiminnan ja dynamiikan hahmottamiseksi. (Haverila 2005, 486)

Simulointi toteutetaan ohjelmistoilla, jotka on suunniteltu tuotantolaitoksien mallintamiseen. Tuotannon, logistiikan- ja palveluprosessien mallintamiseen on olemassa monia eri ohjelmistoja. Ohjelmien käyttämisessä ei vaadita matemaattisia tai ohjelmistoteknisiä valmiuksia. Ohjelmat ovat helppokäyttöisiä ja toimivat graafisella käyttöliittymällä. (Haverila 2005, 486-487)

Automaatiojärjestelmien, tuotantoprosessien yksityiskohtaiseen suunnitteluun, liikeratata tarkasteluun sekä työstöratojen tutkimiseen löytyy omia erikoistuneita ohjelmistoja. (Haverila 2005, 487)

Simuloinnin tuloksia arvioidessa tulee ottaa huomioon, että ne perustuvat mallilla tehtyihin kokeisiin. Tuloksiin vaikuttaa kuinka malli vastaa todellisuutta sekä miten kyseisen kokeen satunnaistapahtumat tapahtuvat. Johtopäätösten luotettavuus riippuu käytettävien simulointiajojen suunnittelusta ja tulosten tulkinnasta. (Haverila 2005, 488)

Simulointia avulla voidaan samalla suunnitella layout ja tutkia läpivienti aikoja. Simulointi voi paljastaa esimerkiksi tuotannon pullonkaulatilanteita. Simulointi ohjelmistoja ei löydy monelta yritykseltä joten tämä rajoittaa sen käyttöä.

4.4 Käytännön toteutus

Työn toteutus aloitettiin selvittämällä lähtötilanne ja mahdolliset ongelmat. Vanhaa layoutia käytettiin pohjana suunnittelulla. Layoutiin merkattiin poistuvat koneet ja käytettävissä oleva alue. Layoutista puuttuvat asiat kuten kaikki yläkerran työpisteet ja alakerran layoutista puuttuvat koneet ja työpisteet mitattiin jotta ne voitaisiin tulevaisuudessa mallintaa lopulliseen layoutiin. Työntekijöiden ja työnjohdon haastattelu auttoi suuresti määrittämään tarvittavat työtilat ja mahdolliset ongelmat tilankäytössä.

Ensimmäinen layout malli piirrettiin lyijykynää käyttäen, tässä vaiheessa asetimme vain kappaleet layoutiin ja katsoimme miten paljon ne vievät lattiatilaa. Lopulliset layout mallit suunniteltiin käyttäen Auto-cad –ohjelmistoa.

4.4.1 Ensimmäinen layout-malli

Ensimmäisen layoutin suunnittelu aloitettiin poistamalla layoutista poistuvat koneet ja selvitettiin ne työpisteet, joita ei tulisi siirtämään. Trukkien latausasemat, jotka sijaitsivat alueen vasemmassa laidassa, tulitisiin siirtämään käytävän toiselle puolelle lamelli hyllyjen viereen. Tämän jälkeen aloimme suunnitella toimivia trukki- ja pumppukärryväyliä. Seuraavaksi sijoittelimme uudet varastohyllyjen paikat keskele tilaa siten että niiden välissä olisi tarpeeksi tilaa trukkilienteelle. Alueen oikeasta etulaidasta poistimme isot hyllyt tarpeettomina.

Tässä mallissa tärkeimmän aseman tulisi ottamaan työpisteiden sijoittelu, varastohyllyihin nähden. Työpisteiden pitäisi olla mahdollisimman järkevästi sijoitetut hyllyihin nähden tavarantoimisen ja saatavuuden takia.

Yläkerrasta siirretty kokoonpanopöydät sijoitettiin alueen vasempaan laitaan seinää vasten, jolloin lähtevän ja tulevan tavarantoimisen piste oli järkevin sijoittaa suoraan niiden taakse. Tästä johtuen työpisteentoimisen taakse täytyi suunnitella pumppukärrylle sopiva väylä, jotta tavara saataisiin liikkumaan. Yläkerrasta tuotu kasausto- ja testausasemat sijoitettiin pumppukärryväylän oikealle puolelle. Tällöin väylää voitaisiin käyttää kätevästi kummankin työpisteentoimisen hyväksi. Työpisteentoimisen asettelussa tuli ottaa huomioon paineilman käyttö ja sen aiheuttamat mahdolliset työturvallisuusriskit koskien liian lähellä toisiaan sijaitsevia työpisteitä.

Uutta isoa testiallasta ja kokoonpanopöytää emme lähteneet siirtämään sen isoon ja valmiiksi hyvän paikan takia, joten se vain mallinnettiin layoutiin siihen paikkaan missä se sijaitsee.

Haastatteluissa tuli ilmi että alueen ylälaidassa tarvittaisiin selkeämpi kulkuväylä, jotta tavarantoimiset eivät tukkisi työhuoneentoimisen ovia ja kulkuväylöjä. Layoutissa tämä on

otettu huomioon jättämällä noin metrin mittainen kulkuväylä seinän ja työpisteiden väliin. Lukuun ottamatta komponenttikasauspöytää ja hyllyä, jotka pysyisivät paikallaan.

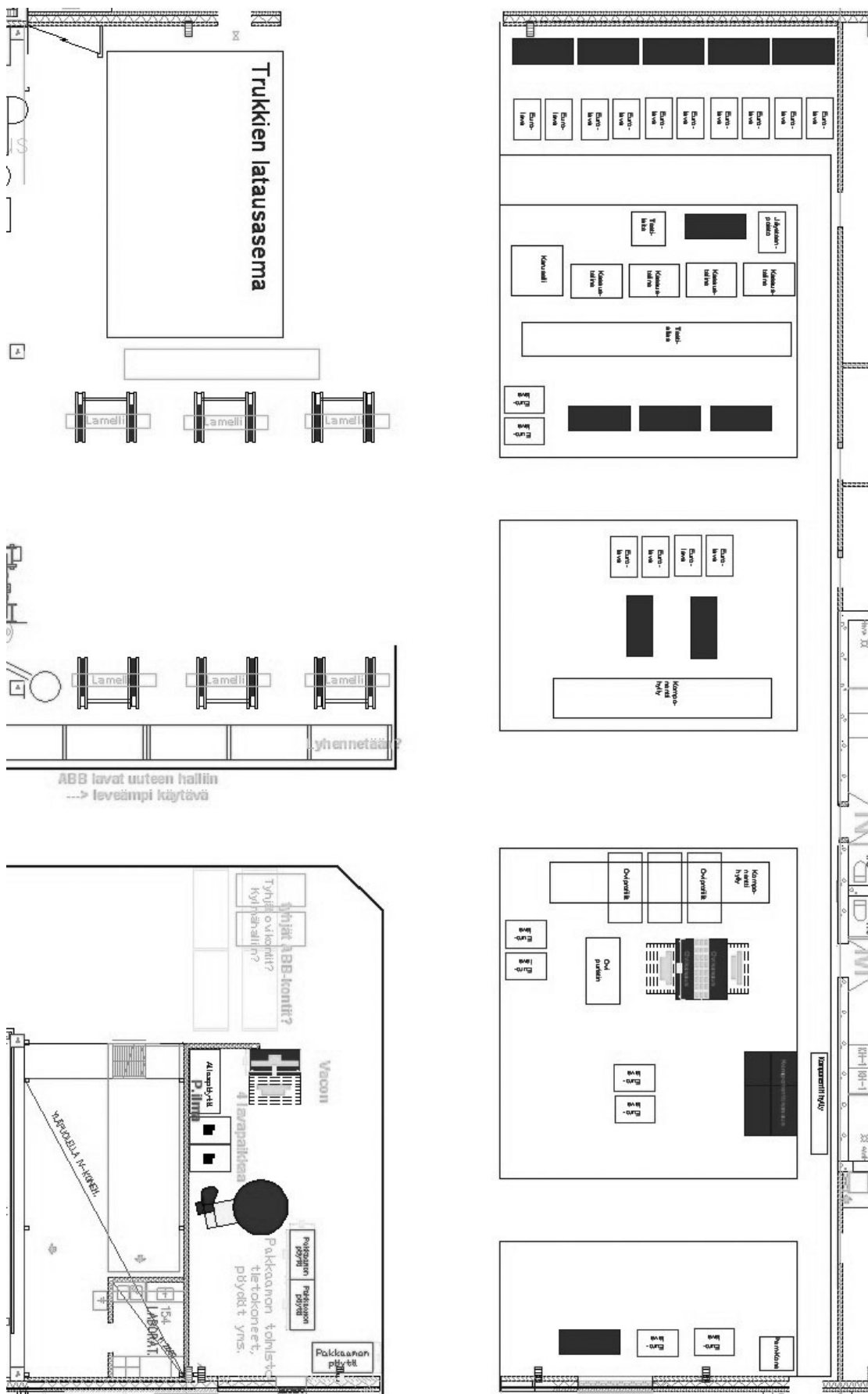
Oviprofiilien kasaus ja jäähdytyslementtien jäysteenpoisto sekä kasauspöydät sijoitettiin uusien komponenttihyllyjen viereen, siten että hyllystä voitaisiin ottaa suoraan tavaraa työpisteelle ilman pitkiä välimatkoja. Oviprofiilien kasauspöydän viereen mallinnettiin uusi profiilien kasauskone. Työpöydät on käännetty pääkäytävän suuntaisiksi.

Komponenttikasauspöytä annettiin olla omalla paikallaan lähellä seinää ja omaa tarvikehyllyään. Hylly on kiinni takaseinässä jolloin se tukkii kulkuväylän pem-koneelle. Pem-koneelle kulkuväylä tulisi kulkemaan oviprofiilien kasauspöydän takaa jolloin tämä ongelma tulisi korjattua.

Pem-konetta emme lähteneet siirtämään, koska se oli jo sille sopivalla paikalla.

Seinänosturia emme myöskään lähteneet siirtämään, koska pidimme sen sijaintia hyvänä ja siirtäminen olisi ollut hankalaa

Näiden perusteella suunnittelimme ensimmäisen mallin (KUVIO 9).



Kuvio 9. Ensimmäinen layout-malli

4.4.2 Toinen layout-malli

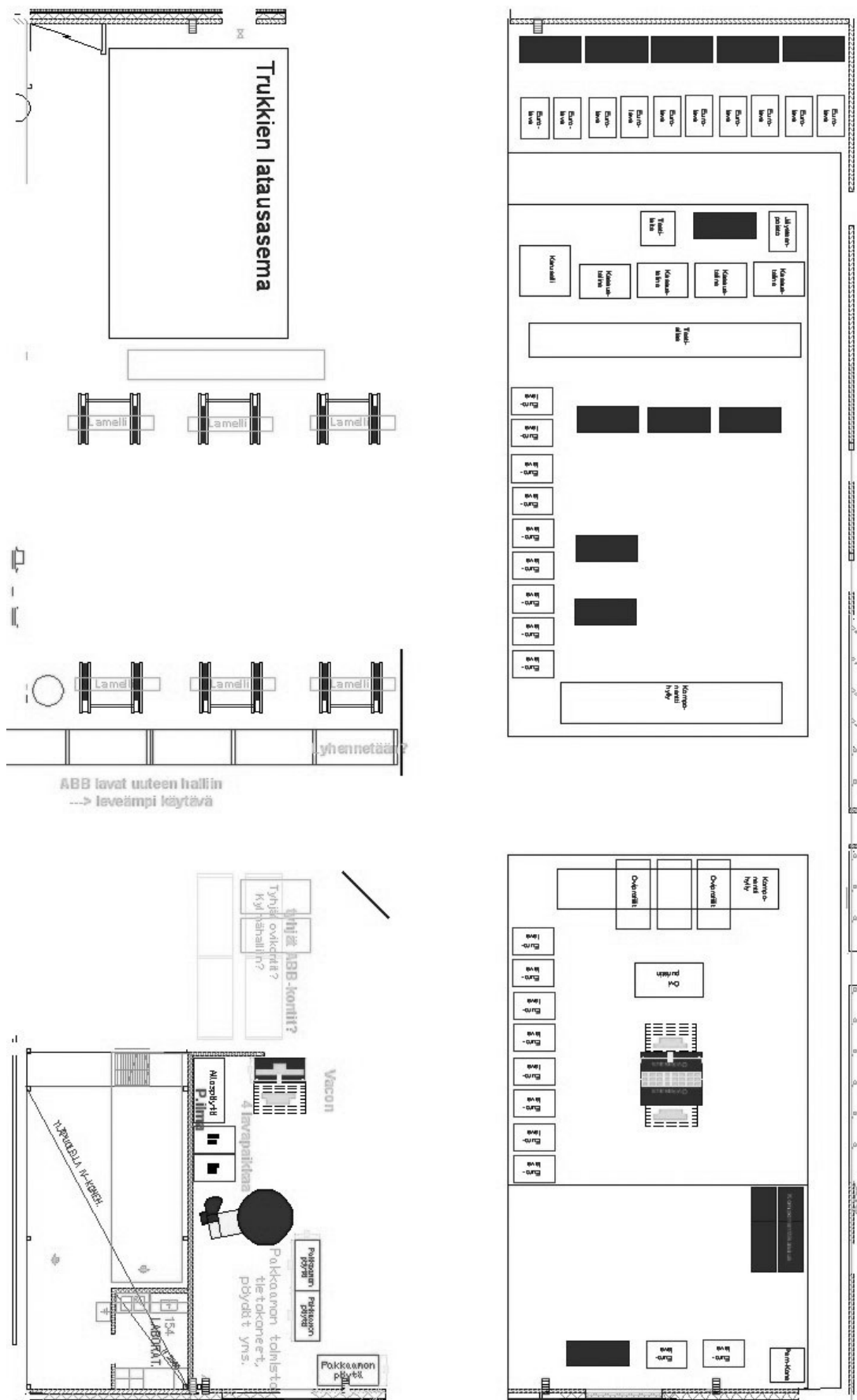
Tässä mallissa moni asia on ratkaistu samalla tavalla kuin ensimmäisessä mallissa. Näitä ovat poistuvien koneiden poistaminen layoutista, työpisteet joita ei tulisi siirtämään, trukkien latausaseman siirtäminen, trukktiväylät, varastohyllyjen paikat, ylimääräisten hyllyjen poisto, yläkerran kokoonpanon aiheuttamat ongelmat ja sijoittelu sekä uuden testialtaan ja siihen liittyvän kokoonpanon sijoittelu.

Tässä mallissa tärkeimmän aseman tulisi ottamaan lähtevän ja tulevan tavarankäytön paikat. Lähtevän ja tulevan tavarankäytön paikat tulisi asettaa siten että niitä olisi helppo käyttää niin työpisteen kuten myös trukkiliiikenteen kannalta. Tässä mallissa lähtevän ja tulevan tavarankäytön pisteet sijoitettiin työpisteiden reunalle käytävän viereen, koskien oviprofiilin- ja jäähdytysalustan kasausta. Työpöydät on myös käännetty keskikäytävän suuntaiseksi.

Haastatteluissa tuli ilmi että alueen yläalustassa tarvittaisiin noin metrin mittainen käytävä, jotta tavarat eivät tukkisi työhuoneiden ovia ja kulkuväyliä. Layoutissa tämä on otettu huomioon jättämällä kulkuväylä seinän ja työpisteiden väliin.

Komponenttikasauspöytä siirrettiin kauemmaksi takaseinästä ja lähemmäksi oikeanpuoleista seinää. Komponenttikasauspöydän sijoituksessa tuli ongelmia seinänosturin takia, sillä pöytä ei saa asentaa nosturin alle työturvallisuussyistä. Ongelmaan löytyi ratkaisu siten, että nosturiin tulisi asentamaan kettinki, jolla nosturi kiinnitettäisiin seinään silloin kun kasauspöytä on käytössä jolloin se ei häiritse työturvallisuutta.

Tältä pohjalta valmistui toinen layoutmalli (KUVIO 10)



Kuvio 10. Toinen layout-malli.

5 LAYOUTIN VALINTA

Tehtyjen mallien pohjalta aloimme tutkia mallien eroavaisuuksia etsien hyviä ja huonoja puolia.

5.1 Mallien yhtäläisyyksiä

Molemmissa malleissa testausallas, trukkien latausasema ja yläkerrasta siirretty kokoonpano on sijoitettu samalla tavalla.

Testaus-altaan sijoittelua ei lähdetty muuttamaan, koska sen paikkaa pidettiin jo valmiiksi hyvänä ratkaisuna. Testaus-altaan siirtämisessä ongelmaksi olisi muodostunut jo valmiiksi sijoitetut paineilma laitteistot ja altaan suuri koko.

Trukkien latausasema sijoitettiin sille ainoaan mahdolliseen paikkaan. Latausaseman sijoitus muuttuisi vain toiselle puolelle käytävää, käytöstä ja tilasta poistuvien koneiden paikalle.

Yläkerrasta siirretty kokoonpano sijoitettiin trukkien latausaseman paikalle. Jäähdytyslementtien kokoonpano ja jäysteenpoisto sijoitettiin seinää vasten ja eurolavat niiden taakse jolloin valmiin ja keskeneräisen tavaran käsittely olisi mahdollisimman helppoa sekä välimatkat olisivat pieniä. Testaus-laitteet, liimauspiste sekä kasauspöytä sijoitettiin pumppukärrykäytävän toiselle puolelle.

Pem-kone sijaitsee kummassakin mallissa samassa paikassa. Pem-koneen siirtoa ei nähty tarpeelliseksi.

5.2 Mallin numero 1 pohdintaa

Ensimmäisen mallin hyviksi puoliksi listasimme useat pumppukärryille tarkoitetut väylät jotka menivät työpisteiden väliin. Tällä konstilla jokaiselle työpisteelle pääsi si helposti pumppukärryllä viemään tavaraa.

Komponenttipöydän sijoitus tässä mallissa ei rajoittaisi nosturin käyttöä. Tällöin molemmilla työpisteillä voitaisiin tehdä töitä yhtä aikaa. Komponenttikasausta pöydän ja hyllyn luokse tehtäisiin pumppukärryn mentävä käytävä joka tällöin helpottaisi materiaalin kuljetusta pisteeseen ja pois sieltä.

Kokoonpanoalueen keskelle sijoitetut komponenttihyllyt helpottaisivat pien- ja vähän käytetyn tavarän säilöntää. Oviprofiilit sijoitettaisiin komponenttihyllyjen alle jolloin tilaa säästyisi runsaasti. Jäähdytyslementtien kasauspöydät sijoiteltaisiin niin että niiltä olisi helppo ottaa tavaraa komponenttihyllystä. Oviprofiilien kasauspöytä sijoitettaisiin myös siten että komponenttihyllystä olisi helppo nostaa tavaraa työpöydälle ja takaisin hyllyyn.

Mallin huonoiksi puoliksi listasimme keskikäytävältä tapahtuvan materiaalin käsittelyn heikkouden, työtilan ahtaus johtuen useista pumppukärrykäytävistä sekä eurolavoille tarkoitettujen sijoituspaikkojen vähyyden.

5.3 Mallin numero 2 pohdintaa

Toisen mallin hyviksi puoliksi listasimme erittäin hyvän materiaalivirran kulun. Keskikäytävän viereen sijoitetut eurolavat olisivat helposti trukilla kuljetettavissa sekä työpisteiden välittömässä läheisyydessä.

Kokoonpano alueen keskelle sijoitetut komponentti hyllyt helpottaisivat pien- ja vähän käytetyn tavarän säilöntää. Oviprofiilit sijoitettaisiin komponenttihyllyjen alle jolloin tilaa säästyisi runsaasti.

Jäähdytys elementtien kasaaminen ja jäysteenpoisto pöydät sijoitettaisiin lähelle käytävän vieressä olevia eurolavoja. Tällöin trukkien ja työntekijöiden olisi helppo käsitellä lähtevää ja tulevaa tavaraa.

Komponenttikasaaminen pöytä siirrettiin kauemmas seinästä ja komponenttihylly poistettiin layoutista. Komponenttihyllyn tavarat siirrettäisiin pöytään tehtyihin hyllyihin ja laatikoihin.

Huonoja puolia mallista löytyy komponenttikasauspöydän osalta. Komponenttikasauspöydän ollessa käytössä seinässä olevaa nosturia ei voi käyttää työturvallisuudesta johtuen. Nosturia tarvitaan isompien jäähdytys-elementtien nosteluun kokoonpanovaiheessa. Ratkaisuna ongelmaan kehitimme työskentelyn vuorottelun jolloin kummallakin työpisteellä ei olisi töitä yhtä aikaa. Komponenttikasauspöydällä tapahtuvan työn aikana nosturi tulitisiin lukitsemaan seinään kettingillä käytön estämiseksi, näin taaten työturvallisuuden.

5.4 Lopullinen valinta ja perusteet

Kahdesta layout-mallista valitsimme mallin numero kaksi. Valintaa vaikutti suuresti materiaalivirran selkeys ja työpisteiden paikat.

Keskikäytävän viereen sijoitetut eurolavat olisivat helposti käytettävissä niin trukkien kuin työpisteiden näkökulmasta. Tämä asia oli yksi tärkeimmistä valintaperusteista.

Mallissa on selvästi merkitty lähtevän ja tulevan tavarantojen sijoituspaikat. Tästä johtuen työpisteet eivät ahtaudu koska lavoille on selvät sijoituspaikat.

Keskelle aluetta sijoitetut komponenttihyllyt palvelevat kummankin puolen kokoonpano-pisteitä sujuvasti. Trukeilla on riittävästi tilaa lastata ja purkaa hyllyjä tarvittaessa.

Komponenttipöytään asennettavat hyllyt ja laatikot korvaavat komponenttihyllyn, jolloin seinän viereen vapautuu lisää tilaa.

Seinänosturin käytön aiheuttamaa komponenttipöydän käyttörajoitusta ei nähty esteenä tälle mallille. Ongelmaan ratkaisuna käytettäisiin työjaottelua jolloin aina toinen työpiste on käyttämättömänä työturvallisuuden takaamiseksi.

6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kahden kokoonpanopisteen yhdistäminen ja samaan tilaan sijoittaminen on mahdollista. Tutkimustuloksia voi verrata Matti J. Haverilan kumppaneineen listaamiin hyvän layoutin ominaisuuksiin, joista kerrotaan kohdassa 4.1.

Tilan käyttö on tehokasta. Kaikilla työpisteillä on tarpeeksi työskentelytilaa ja noudattamalla suunniteltuja sijoituspaikkoja minkään työpisteen ei pitäisi tukkeutua.

Useitten pienten hyllyjen korvaamiseksi tilan keskelle sijoitetut kaksi isoa hyllyä ja työpöytiin lisätyt hyllyt ja laatikot selventävät tavaroitten säilytyspaikkoja.

Verratessa edelliseen layoutiin muutos on huomattava. Nykyään kaikki kokoonpanon työpisteet on mallinnettu layoutiin. Tästä on hyötyä, jos tulevaisuudessa mallia lähdetään muuttamaan.

Osa työpisteistä on helppo muuttaa siten että niissä voidaan alkaa valmistaa tarvittaessa jotain muuta tuotetta. Tämä lisää työtilan käyttömahdollisuuksia ja pitkäikäisyyttä.

Huomattavin parannus edelliseen malliin on selkeät materiaalivirrat. Lähtevälle ja tulevalle tavaralle on selkeät sijoituspaikat jolloin lavat sijaitsevat aina oikeilla paikoilla. Trukki ja pumppukärryjen väylät on selvästi esillä layoutissa jolloin materiaalin siirto on helppoa.

Koko kokoonpanon ollessa samassa paikassa tavaran siirtoetäisyydet pienenevät ja kokoonpanon valvonta helpottuu. Työpisteiden ollessa näin lähekkäin myös työnkierto on helppo järjestää.

Ahtaat tilat tuovat ongelmia työturvallisuuteen. Nosturin alle siirretyt työpisteet pakottavat nämä kaksi työpistettä työnkiertoon näin rajoittaen pisteiden yhtäaikaista käyttöä.

Yläkerrasta siirretyt jäysteenpoisto ja kokoonpano pöydät ovat vieläkin lähekkäin toisiaan, näin lisäten mahdollisia työtapaturmia käytettäessä paineilmaa. Työtapa-turman riskiä vähentää suojalasien käyttö ja yleinen varovaisuus työskennellessä.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Nordic aluminiumin Nivalan tehtaalle uusi kokoonpanon layout-suunnitelma. Syynä uudelle layoutille oli kahden eri kokoonpano-pisteen yhdistäminen. Työn tuloksena syntyi uusi layout-suunnitelma pohjapiirustuksineen.

Työn tekeminen aloitettiin kartoittamalla käytettävissä oleva tila ja selvittämällä tilaan siirrettävät uudet työpisteet ja tilasta poistuvat koneet. Toisesta kokoonpano-pisteestä siirrettävät koneet ja uudet työpisteet mitattiin ja mallinnettiin pohjapiirustukseen. Työntekijöitä ja työnjohtoa haastatteleamalla, sekä käyttämällä erilaisia tieteellisiä proseduureja luotiin kaksi erilaista mallia. Mallin valinnan jälkeen layout-suunnitelma piirrettiin puhtaaksi AutoCad-ohjelmalla.

Aineistoa ja teoria tietoa aiheeseen löytyi runsaasti. Lopullinen layout valmistui suurimmaksi osaksi käytännön kokemuksen perusteella, teoriasta löytyi kuitenkin malleihin uusia näkökantoja joita on käytetty hyväksi lopullisessa mallissa. Layout-suunnittelu oli itselleni aivan uutta, mutta pääsin asiaan sisälle melko helposti lukemalla teoriaa ja haastatteleamalla henkilöstöä.

Suunnitelman mukaisen layout suunnitelman käyttöönoton tarkkaa päivää ei ole tiedossa, johtuen yrityksen sisäisistä uudistuksista. Mallin on kuitenkin mahdollista toteuttaa välittömästi kun sitä tullaan tarvitsemaan.

LÄHTEET

Painetut kirjat

Haverila, Matti, Uusi-rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2005. Teollisuustalous. 5.p. Tampere: Tammer-paino Oy.

Karrus, Kaij E. 2001. Logistiikka 3.p., uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Kauppinen, Pekka, Kivistö. Ismo & Strömberg, Oiva 1985. Helsinki: Valtion painatuskeskus